PROBLEME DER INFORMATIONSÜBERTRAGUNG VON DER STRECKE ZUM ZUG IM SYSTEM DER AUTOMATISCHEN ZUGFÖRDERUNG

Prof. HENRYK KARBOWIAK,
Dr. KATARZYNA BERGIEL,
Dr. STANISLAW KUBIK und
Dr. TOMASZ LESZ, Lodz/VR Polen

1. Einleitung

Unter APP-System sollen der Komplex von technischen Mitteln und die jedem damit ausgestatteten Zug eine sichere, planmässige und energiesparende Fahrt sichernden Relationen zwischen ihnen und den Zugführern und Streckenfahrdienstleitern verstanden werden.

Die Versicherung einer sicheren Fahrt wird von dem AOP-System realisiert, die Sicherung einer planmässigen und energiesparenden Fahrt wird dagegen vom AJP-System realisiert. Beide genannten Systeme bilden gemeinsam das APP-System.

Die Automatisierung des Zugführens beginnt mit der Anreicherung einer mit selbsttätigem Streckenblock ausgestatteten Linie an das AOP-System, dessen Aufgabe die Sicherung einer zuverlässigen Verkehrssicherheit hohen Grades ist. Das AOP-System ist ein selbsttätig funktionierendes System auf vielen Eisenbahnlinien, insbesondere auf den U- und S-Bahnlinien. In der englichen Terminologie wird das mit dem Namen ATP - automatic train protection, in der sowjetischen Literatur - avtomaticheskaia regulirovka skorosti bezeichnet, und deutsch könnte es "Zugfahrtsicherung" genannt werden. Die gemeinsame Idee des Funktionierens dieser Systeme beruht auf der allmählichen automatischen Zugbeschwindigkeitsbeschränkung, wenn sich der Zug dem von den Besetztheitkontrollsystemen der Blockstrecken signalisierten Hindernis nähert.

Auf manchen Bahnlinien funktionieren schon die für die Sicherung der planmässigen und energiesparenden Zugführung verantwortlichen AJP-Systeme. Sie werden entsprechend englisch - automatic train operation und deutsch Zuglenkung genannt. Die beschriebenen Systeme unterscheiden sich mit dem Bereich der zu realisierenden Funktionen. Bei dem Projektieren der APP-Systeme an der TU Łódź für die erste U-Bahnlinie in Warszawa und die S-Bahnlinie in Śląsk, musste dieser Bereich festgelegt werden.

2. Präzisieren eines Minimums der im APP-System realisierten Funktionen

Das APP-System soll nach unserer Meinung mindestens folgende Funktionen im Bereich der Zugfahrtsicherung realisieren:

1) Allmählich wird die Geschwindigkeit bis zum Aufhalten vor den Hindernissen, die ein vorfahrender Zug oder die Prellböcke der Stumpfgleise bilden, selbsttätig beschränkt. Dies wird durch automatisches Zurückführen der Zuggeschwindigkeit auf die der Signalanzeige dicht vor dem Farblichtsignal entsprechenden Werte realisiert.

2) Feste lokale Geschwindigkeitsbeschränkungen, die sich aus den Bögen mit kleinem Radius, aus den Niveaukreuzungen mit öffentlichen Verkehrswegen und aus der Geschwindigkeitsbeschränkung der Einfahrt auf Bahnsteige und Haltestellen ergeben, und zeitliche lokale sich aus schlechten Gleiszuständen ergebende Geschwindigkeitsbeschränkungen werden realisiert.

3) Der Zug wird genau vor dem Haltfarblichtsignal mit der weiteren Fahrtmöglichkeit nicht grösser als 20 km/h und mit dem Ausfall einer solchen Möglichkeit beim Hauptsignal automatisch gehalten.

4) Die Streckenfahrdienstleiter haben es möglich, jeden Zug auf der beliebig gewählten Blockstrecke durch Aufgeben des Haltebefehls also der sog. Streckenfahrdienstleiternulls aufzuhalten.

5) Nicht geschaffen werden darf die Gesundheits- und Lebensgefahr der Reisenden sogar beim Unwohlsein des Zugführers, was dessen Zugfahrtkontrolle ausschliesst.

6) Der Zugführer wird aufgerufen bei der Fahrt über Strecken mit wesentlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen ($V \leq 40$ km/h) besondere Wachsamkeit zu beachten. Wird er nicht bereit, besondere Wachsamkeit signalisiert durch Drücken der Wachsamkeitstaste zu beachten, wird der Zug dicht vor dem Streckenbeginn, wo diese Beschränkung gilt, aufgehalten.

7) Der Zugführer wird über die Besetztheit einiger Blockstreifen vor dem Zug informiert.

Das APP-System soll im Bereich der energiesparenden Fahrtrealisierung wenigstens das selbsttätige Antriebsausschalten an der Zwischenhaltestellenstrecke sichern, nachdem der Antrieb vom Zugführer vor der Fahrt über diese Strecke eingeschaltet war. Ausserdem können auch die automatischen Informationübertragungen für die Reisenden betrachtet werden, wenn sich der Zug den Haltestellen nähert, sowie präzises Zughalten in einem bestimmten Punkt an der Haltestelle und automatisches Türöffnen nach dem Zughalten in diesem Punkt.

3. Arten der übersendeten Informationen und ihre Ausnutzungsweise

Damit dieses System die obengenannten Funktionen realisieren könnte, sollten jedem Zug die unentbehrlichen Informationen geliefert werden. Die Fahrzeuganlagen sollen jeweils die Lage des Zugspitzenteils an der Blockstrecke lokalisieren, wozu die Informationen über die Blockstreckenlänge und den vom Zug auf dieser Strecke abgelegten Weg unentbehrlich sind. Jede Blockstreckenlänge, auf deren Ende ein Farblichtsignal aufgestellt ist, soll als konstante Grösse zu dem Zug übertragen werden, dagegen soll der auf der gegebenen Blockstrecke vom Zug abgelegte Weg durch das Zusammenrechnen der Impulse, die durch die auf den Radsatzachsen installierten Tachogeneratoren generiert sind, ermittelt werden. Von der Lokalisierungsgenauigkeit auf dem Weg des Zugspitzenteils wird im hohen Masse die Zugfahrtsicherheit abhängig gemacht. Deswegen meinen wir, dass die Gleisstromkreislängen nicht gespeichert, sondern in jedem Telegramm übertragen werden sollen. Die Impulse des abgelegten Zugweges sollten aus zwei unabhängigen Tachogeneratoren entnommen werden. Ein Zug, der seine Wegorientierung verloren hatte, sollte sich bis zum Blockstreckenende nicht schneller als 20 km/h bewegen.

Die Fahrzeuganlagen sollen die Informationen über den Wert der Streckenhöchstgeschwindigkeit besitzen, die der Zugführer nicht am Blockstreckenende am Ort des Streckensignals überschreiten darf. Würde sich der Zugführer nicht an die Streckensignalanzeigen anpassen, beginnt das über die Information von der Zuglage und den Streckenhöchstgeschwindigkeitswerten am Blockende verfügende System automatisch in solch einem Wegpunkt zu bremsen, damit die Zuggeschwindigkeit die Streckenhöchstgeschwindigkeit nicht an Farbsignalstelle überschreitet.

Die Realisierung der lokalen Geschwindigkeitsbeschränkungen verlangt, die Angaben über die Anfangs- und Endpunkte ihrer Geltung und über die in ihrem Umfang geltenden Geschwindigkeitswerte zu übertragen. Weil die meisten lokalen Beschränkungen nicht für die Zugspitze sondern für den ganzen Wagenzug gelten, scheint diese Wagenzuglänge eine unentbehrliche Angabe zu sein. Sie braucht nicht übertragen zu werden, sie soll aber immer in den stabilen Speicher der Zuganlagen eingetragen werden. Würde der Zugführer nicht den am Gleis stehenden Geschwindigkeitsbeschränkungsanzeiger bemerken, würde das System die Zuggeschwindigkeit auf die im Anfangspunkt geltenden Werte herabsetzen, wobei es den Zugführer bei bedeutender nach besonderer Vorsicht verlangender Geschwindigkeitsbeschränkung ($V \leq 40$ km/h) zum Drücken der Wachsamkeitstaste aufrufen wird. Drückt der Zugfahrer diese Taste nicht, wird das System einsehen, er kontrolliere den Zuglauf nicht, und beginnt, den Zug bis zum Halten zu bremsen, Bei der Geschwindigkeitsbeschränkung ohne besondere Vorsichtsmassnahmen, ruft das System den Zugführer nicht zum Drücken der Wachsamkeitstaste auf. Im Beschränkungsbereich macht das System dem Zugführer unmöglich, die darin geltende Geschwindigkeit zu überschreiten.

Ein besonderer Fall der lokalen Geschwindigkeitsbeschränkung ist die durch den Schrankenzustand an der Niveaukreuzung der Zuglinie mit einem öffentlichen Weg bedingte Beschränkung bis 15 km/h. Sie hört im Moment der Schrankensenkung auf zu gelten.

Laut der in Polen geltenden Vorschriften schliesst das am Bahnhoffarblichtsignal leuchtende Haltsignal die Möglichkeit weiterer Fahrt aus, nachdem der Zug vor diesem Farbleuchtsignal gehalten wird. Dasselbe am Zwischenblocksignal leuchtende Haltsignal lässt den Zugführer die Fahrt nicht schneller als 20 km/h fortzusetzen, nachdem er den Zug aufgehalten und keine Hindernisse im Sichtfeld festgestellt hat. Damit das System diese zwei Fälle unterscheiden kann, ist die Übertragung von zwei verschiedenen Informationen für das Haltsignal unentbehrlich.

Eine andere Art des Haltsignals ist der Dispatcherbefehl, den Zug auf der vom Streckenfahrdienstleiter gewählten Blockstrecke aufzuhalten. Indem dieser auf den Blockstreckensender Einfluss ausübt, verursacht er das Senden der sog. Dispatchernull, auf die die Zuganlagen mit einem sofortigen bedingungslosen Bremsen reagieren. Die Dispatchernull wird gespeichert, was ihre Realisierung sogar beim Übertragungsausfall ermöglicht. Das beeinflusst die Vergrösserung der Zugfahrtsicherheit auf der Linie.

Sowohl auf die Sicherheitszunahme, als auch auf die Möglichkeit, die Zugförderungsenergie zu sparen, übt die Übertragung der Information über die Besetztheit einiger Blockstrecken vor dem fahrenden Zug einen Einfluss aus. Diese Information lässt den Zugführer den Zug durch das Geschwindigkeitsanpassen an den aktuellen Linienverkehr rationell zu führen.

Das vom Standpunkt der planmässigen und energiesparenden Fahrt richtige Fahren über die Zwischenhaltestellenstrecke wird durch die Übertragung der Wegpunktkoordinaten erreicht, worin eine automatische Antriebsabschaltung erfolgt. Die Fahrzeuganlagen des Systems APP müssen auch die Informationen über die Haltepunktkoordi-

nate an der Haltestelle bekommen, vor der sich das den Reisenden unentbehrliche Informationen gebende Tonbandgerät automatisch einschaltet.

4. Problem der Übertragungskanalauswahl

Die Realisierung der dem APP-System gestellten Funktionen verlangt, die früher genannten Informationen zum Zug zu übertragen. Dies sind die immer auf verschiedenen Blockstrecken geltenden Informationen, z.B. die Blockstreckenlänge und die veränderlichen Informationen, z.B. der Streckenhöchstgeschwindigkeitswert. Sie können auf verschiedene Weise zum Zug übertragen werden: punktweise an bestimmten Linienpunkten oder kontinuierlich auf der ganzen Bahnlinienlänge. Die Informationsübertragung zwischen dem Gleis und dem Fahrzeug verläuft nach dem typischen Schema des Fernmeldesystems. Im Sender werden bestimmte elektrische Signale den Informationen zugeordnet, die durch den Übertragungskanal zum Zugsender kommen. Das aufgegebene Signal unterliegt im Kanal der störenden Wirkung der Harmonischen des Zugförderungsstroms und den Witterungseinflüssen; ein wichtiges Problem ist daher eine solche Formgebung dem Signal, dass es an den Übertragungskanal angepasst wird. Ein Übertragungskanal wird bei der Punktübertragung der Raum zwischen der im Gleis angebrachten Sendeantenne und der Empfangsantenne während der Fahrt über den Übertragungspunkt. Bei kontinuierlichen Übertragung wird die Antenne den Gleis entlang so gespannt, dass sich die Zugempfangsantenne in dem vom Signalstrom hergestellten Magnetfeld ununterbrochen befindet.

Beide Informationübertragungsmethoden zwischen dem Gleis und dem Zug unterscheiden sich wesentlich voneinander. Dies betrifft sowohl die Unterschiede in den komplizierten Sende-Empfangsanlagen als auch die Möglichkeiten, sie zur Übertragung verschiedener Arten von konstanten und veränderlichen Informationen auszunutzen. Die Verwendung der Punktübertragung beschränkt auf bestimmte Weise die Konzeption des APP-Systems, so dass die Informationen nur an einem Punkt übertragen werden und für die Empfangsanlagen bis zum Empfang folgender Informationen am nächsten Punkt aktuell sind. Damit ist es bequem, konstante Informationen zu übertragen, das Senden veränderlicher Informationen bringt die Vergrösserung der Senderanzahl mit sich. Die Punktübertragung verlangt eine sehr zuverlässige Übertragung, weil der Nichtempfang von Informationen die Zeit ihrer Aktualisierung verlängert. Ein Vorteil dieser Übertragungsmethode ist die Einfachheit der Sende Empfangssysteme, die meistens bei der Frequenz von einigen hundert bis zu einigen tausend Hz arbeitende gekuppelte Resonanzkreise sind. Die kontinuierliche Übertragung wird von komplizierten Sende-Empfangsanlagen realisiert, deren Vorteile bewirken, dass diese bei den APP-Systemen benutzt werden kann. Bei der kontinuierlichen Übertragung kommt die Aktualisierung der übertragenen Information praktischerweise sofort vor, was vom Standpunkt der Verkehrssicherheit besonders wesentlich ist, weil sie eine unverzügliche Reaktion auf die Situationsänderung auf der Eisenbahnlinie ermöglicht.

Bekannt und verwendet sind in den betriebenen APP-Systemen drei Arten der Senderkreise: Schienenkreise, Leitungskreise und Schienenleitungskreise. Die Schienenkreislänge ist gleich der Gleiskreislänge. Der Leitungskreis ist eine den Gleis entlang auf den Holzschwellen zwischen den Schienen gelegte Leitungsschleife. Die Länge des Leitungskreises kann ans APP-System beliebig angepasst werden. Der Schienen-Leitungskreis bietet die mittlere Lösung zwischen dem Schienen- und dem Leitungskreis. Die Art des verwendeten Sendekreises entscheidet über die Übertragungsparameter des Systems, insbesondere über die Trägerfrequenz und Modulationsgeschwindigkeit und über viele Parameter technischer Sende-Empfangsanlagen, wie die Signalstärke, der Durchlassbereich u.a..

5. Mathematische Beschreibung des Sendekreises

Die Sendekreise sind Kreise mit Wellenparametern, deren elektrische Einzelparameter von der Signalstromfrequenz, den Witterungsverhältnissen und die für den Leitungskreis von der Schienenanordnung abhängig sind. Das allgemeine mathematische Kreismodell muss in der Praxis solche Erscheinungen berücksichtigen: den Zugförderungsstromdurchfluss in den Schienen, die Anwesenheit der Erde in naher Kreisumgebung, die Möglichkeiten der Stromflucht aus dem Sendekreis in die Erde und in die Nachbargleise, die Bewegung eines die Schienen mit seinen Achsen schliessenden Fahrzeugs auf dem Gleis. Zur Beschreibung aller verwendeten Kreise kontinuierlicher Informationsübertragung kann ein universelles mathematisches Modell geschaffen werden. Das ist ein Dreileiterkreis mit Wellenparametern, linear, homogen, asymmetrisch, mit induktiven und kapazitiven Kopplungen, das die Erdanwesenheit und -einwirkung berücksichtigt. Diesem Kreis entspricht der Schienen-Leitungskreis. Der Schienen- und der Leitungskreis sind Zweileiterkreise und ihre mathematische Beschreibung wird aus der Beschreibung des Universalkreises erhalten, nachdem entsprechende Vereinfachungsannahmen vorgenommen worden sind.

Nach der Matrixaufzeichnung hat die Differentialgleichung die Form:

$$\frac{d}{dx}\begin{bmatrix} \mathbf{U}(x) \\ \mathbf{I}(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{Z} \\ \mathbf{Y} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{U}(x) \\ \mathbf{I}(x) \end{bmatrix} \quad (1)$$

wo $\mathbf{U}(x)$ - Säulenmatrix der Leitungsspannungen der Erde gegenüber,

$\mathbf{I}(x)$ - Säulenmatrix der [illegible] ströme,

$\mathbf{Z}$ - Quadratmatrix der Einzelim[illegible]anz,

$\mathbf{Y}$ - Quadratmatrix der Einzeladmitanz,

und ihre Lösung bildet die Abhängigkeit:

$$\begin{bmatrix} U(x) \\ I(x) \end{bmatrix} = e^{Ax} \begin{bmatrix} U(0) \\ I(0) \end{bmatrix} \qquad (2)$$

wo

$$e^{Ax} = \begin{bmatrix} ch\,\Gamma x & \Gamma^{-1}(sh\,\Gamma x)\cdot Z \\ (\Gamma^T)^{-1}(sh\,\Gamma^T x)\cdot Y & ch\,\Gamma^T x \end{bmatrix}$$

Matrix Γ entspricht dem Begriff der Fortpflanzugskonstante γ für die Zweileiterlinie und wird mit der Formel: $\Gamma^2 = ZY$ bestimmt.

Die Lösung der Kreisgleichung verlangt die Matrixkenntnisse der Anfangsströme und -spannungen. Dieses Problem soll für jeden Kreis in seiner angenommenen bestimmten Anordnung gelöst werden. Das ist für den Leitungskreis einfach, schwieriger ist es aber für den Schienen- und den Schienenleitungskreis, weil es die Berücksichzigung der Parameter der an beiden Enden des Sendekreises angebrachten Kontrollparameter der Gleisbesetzung verlangt.

Das Sendekreismodell lässt entsprechende Ermittlungen vorführen, die sowohl in der Konzeptionsphase des APP-Systems (das betrifft vor allem die Auswahl der Trägerfrequenz) als auch in der Projektierungsphase der Sende-Empfangsanlagen unentbehrlich sind.

Mit dem Problem der Informationsübertragung vom Gleis zum Fahrzeug und mit der Auswahl des Sendekreises ist das Problem der Signalträgerfrequenz verbunden. Jeder Sendekreis, den bestimmte elektrische Parameter charakterisieren, besitzt eine Charakteristik des Dämpfungswerts in der Frequenzfunktion. Der Verlauf dieser Charakteristik beeinflusst den Durchlassbereich des Übertragungskanals mit Berücksichtigung der Sende- und Empfansantenne. Der Signalstrom I_s induziert in der Empfangsantenne die EMK E, die proportional zum Wert dieses Stroms und seiner Frequenz f laut der Abhängigkeit: $E = K_c\, f\, I_s$ ist, wo die Konstante der Empfansspule K_c von den Parametern (Wicklungsanzahl, Querschnitt) und die Abstände von den Leitern des Sendekreises abhängig sind. Der Signalstromwert im beliebigen Punkt des Sendekreises ist die Funktion aller im mathematischen Kreismodell auftretenden Parameter. Die Charakteristik E(f) hat für alle Sendekreise einen die optimale Signalstromfrequenz für die Übertragung bestimmenden Höchstwert. Die optimale Frequenz kann für den Kreis mit bestimmter Länge ermittelt werden. Der Wertebereich von optimalen Frequenzen für den Schienenkreis mit verschiedenen Längen wird auf der Abb.1 dargestellt. Er wurde für die schlechtesten Übertragungsbedingungen bestimmt, d.h. für das Signal am Kreisende und für die Einzelkonduktanz zwischen den Schienen G = 1 S/km.

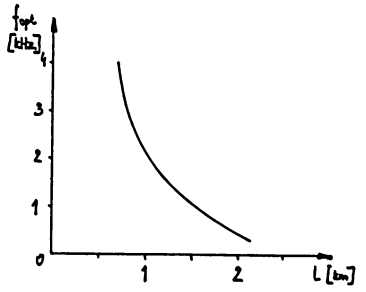

Bild 1

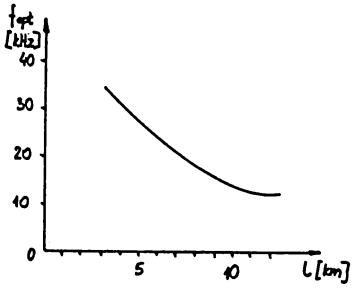

Bild 2

Abb.2 stellt die Charakteristik $f_{opt}(l)$ für den Leitungskreis dar. Eine vielfach höhere Trägerfrequenz bei der Übertragung mit dem Leitungskreis im Vergleich mit dem Schienenkreis verursacht, dass bei der Verwendung der Leiterschleife eine grössere Übertragungsbeständigkeit gegen die Störungen und eine Verwendungsmöglichkeit der mittleren Modulationsgeschwindigkeiten erreicht werden (der empfohlene Wert 1200 Bode). Trotz höherer mit dem Vorhandensein einer Leiterschleife im Gleis verbundener Kosten und Betriebsschwierigkeiten wurde diese Art des Sendekreises von uns für die APP-Systeme gewählt.

6. Formen von Telegrammen und Informationsschutz

Bei der Beobachtung der Entwicklungstendenzen von APP-Systemen haben wir die digitale Methode der Informationssendung und -umformung angenommen. Zur Sicherung der verlangten Glaubwürdigkeit der Informationssendung ist die Verwendung von Korrekturkoden unentbehrlich. Vor allem sollen die einfachen linearen Zyklus-koden d.h. Hamming-Koden und die BCH-Koden be-

rücksichtigt werden. Der minimale Kodeabstand, d_{min}= 4 betragend, lässt bei der Kodelänge von einigenzehn Binarsymbolen die gewünschte Glaubwürdigkeit der gesandten Information erreichen. Die längeren Koden sollen auf mehreren Etappen dekodiert werden, um die Glaubwürdigkeit desselben Grades, wie bei den unabhängig dekodierten kürzeren Koden zu erreichen. Das ist dank relativ kürzerer Inhaltsänderungen der gesandten Informationen möglich. Die Entscheidung über den Inhalt der empfangenen Information auf Grund einiger gleicher Kodewörter lässt die Übertragungsqualität bedeutend verbessern.

Die Analyse der Übertragungsfähigkeiten des Leitungskreises und die Empfehlungen von ORE lassen das Senden von Informationen im Wellenbereich von 36 kHz mit der Geschwindigkeit 1200 Bode annehmen. Die Praxis zeigt, dass die APP-Systeme nach der Lieferung von 3 bis 5 Byte Information korrekt funktionieren können. Wenn die Länge unentbehlicher Synchronzüge und die Pausen zwischen den Telegrammen und auch die Länge des Kontrollteils der verwendeten Korrekturkoden berücksichtigt werden, überschreitet die Telegrammlänge in der Regel keine 7 Byte. Das bedeutet, dass bei der Übertragungsgeschwindigkeit gleich 1200 Bode der Zug wenigstens etwa 20 Telegramm pro Sekunde bekommt. Wird in Betracht genommen, dass die Höchstgeschwindigkeiten üblicherweise 40 m/s nicht überschreiten, erfolgt die Aktualisierung der Information auf dem Wege nich länger als 2 m. Solch eine Frequenz der Informationsaktualisierung lässt ihre Sendung als kontinuierliche Übertragung anerkennen.

7. Selektivitätsproblem bei der Übertragung über den Leitungskreis

In der Betriebspraxis einer Linie kann eine Situation nicht ausgeschlossen werden, dass sich zwei Züge auf derselben Blockstrecke befinden werden. Bei der Informationsübertragung mit der Leiterschleife wird an beide Züge dieselbe Information kommen, die nur für den ersten Zug bestimmt ist. Es soll eine Methode gefunden werden, dass der zweite Zug die Telegramme nicht empfangen könnte. Jeder Zug soll auf den nacheinanderfolgenden Blockstrecken Telegramme von verschiedenen Modifikationen erhalten. Wegen der Topographie des Bahnnetzes sollten wenigstens drei Modifikationen vorgesehen werden, damit die Sender von benachbarten Blockstrecken Telegramme verschiedener Modifikationen übertragen. Die Vorbereitung der Fahrzeuganlagen auf den Telegrammempfang bestimmter Modifikation erfolgt dicht vor der Einfahrt auf die bisher freie Blockstrecke dank der von den Sendern jeder freien Blockstrecke gesendeten Sonderinformation darüber, dass der betrachtete Zug als erster auf die freie Blockstrecke fährt. Es soll also der Wirkungskreis des Senders einer freien Blockstrecke auf die vorausgehende Blockstrecke durch entsprechendes mehrere Meter langes Herausrücken einer Leiterschleife vor den Isolierstoss verbreitet werden. Am Endfragment der vom Zug besetzten Blockstrecke wird die an der Zugspitze angebrachte Antenne die Nachricht über die Nichtbesetztheit der nächsten Blockstrecke empfangen und die Fahrzeuganlagen werden die in diesem Kreis geltende Modifikation speichern. Das Besetzen einer Blockstrecke verursacht das Aufhören des Sendens einer Sondernachricht vom Sender dieser Strecke, was dem nächsten auf diese Strecke einfahrenden Zug die Speicherung der für diese Strecke geltenden Modifikation unmöglich macht, und die Fahrzeuganlagen hören auf, den Inhalt der Telegramme zu verstehen.

Die im vorliegenden Artikel dargestellten Überlegungen sind ein Vorschlag, die Probleme, die während unserer Projektierung und Konstruierung der APP-Systeme für die Bahnlinien in Polen erschienen sind, zu lösen.

Literatur

[1] Karbowiak H., Kubik S., Lesz T.: Koncepcja systemu automatycznego ograniczania prędkości ARP PŁ1 - Automatyka Kolejowa Nr 9, 1988.

[2] Karbowiak H., Bergiel K.: Analiza możliwości zastosowania obwodów szynowych w systemach automatycznego ograniczania prędkości pociągów - Automatyka Kolejowa Nr 10, 1988.